

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

009824405 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1994-104261/ **199413**

XRPX Acc No: N94-081481

**Active type noise eliminating device - provides control device with control algorithm, and has control device prepare amplitude and phase data in terms of standard signal frequency in memory device** NoAbstract  
Patent Assignee: HITACHI LTD (HITA )  
Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 6051787	A	19940225	JP 92204884	A	19920731	199413 B

Priority Applications (No Type Date): JP 92204884 A 19920731

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 6051787	A	11	G10K-011/16	

Abstract (Basic): JP 6051787 A  
Dwg.1/6

Title Terms: ACTIVE; TYPE; NOISE; ELIMINATE; DEVICE; CONTROL; DEVICE; CONTROL; ALGORITHM; CONTROL; DEVICE; PREPARATION; AMPLITUDE; PHASE; DATA; TERM; STANDARD; SIGNAL; FREQUENCY; MEMORY; DEVICE; NOABSTRACT

Derwent Class: P86; T01; U22; W04

International Patent Class (Main): G10K-011/16

International Patent Class (Additional): G06F-015/31; H03H-017/04; H03H-021/00

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): T01-J08B; U22-G01A5; W04-V07C



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-51787

(43) 公開日 平成6年(1994)2月25日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	府内整理番号
G 1 0 K 11/16	H	7406-5H
G 0 6 F 15/31	A	8320-5L
H 0 3 H 17/04	A	7037-5J
		7037-5J
		21/00

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平4-204884

(22) 出願日 平成4年(1992)7月31日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 斎藤 博之

茨城県勝田市大字高

日立製作所自動車機器事業部内

(72) 発明者 佐々木 光秀

茨城县勝田市大字高

日立製作所自動車機器事業部内

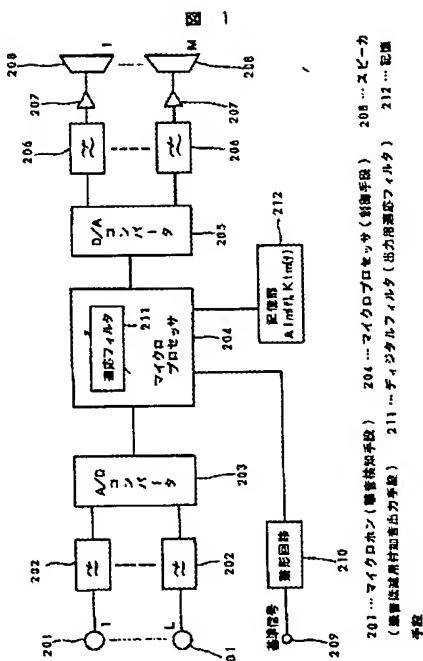
(74)代理人 弁理士 萱橋 明夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 能動型消音装置

(57) 【要約】

【目的】 最急降下法の制御アルゴリズムを用いた能動型消音装置における、音響伝達関数と基準信号との疊み込み積分の実行時間を低減し、消音制御の実時間処理を可能にする。

【構成】マイクロプロセッサ204には、騒音源から発生する騒音と相関のある基準信号とマイク201で検出した騒音検出値が入力される。マイクロプロセッサ204は、残留騒音の評価閾数が最小となるようにデジタルフィルタ211を用いて基準信号の振幅と位相の制御を行い、この制御信号によりスピーカ208から騒音低減用付加音が送出される。デジタルフィルタ係数の算出、更新に用いるデジタルデータとして、スピーカ208・マイク201間の音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号の要素となる振幅及び位相に関するデータを、当初より記憶部212に基準信号周波数との関係で用意してある。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定音響空間で騒音源から発生する騒音と相関のある基準信号を作成する基準信号作成手段と、前記騒音を検知する騒音検知手段と、前記基準信号の振幅と位相を制御して前記騒音と音響的に干渉させるべく騒音低減用付加音の制御信号を形成する制御手段と、前記騒音低減用付加音を発生する騒音低減用付加音発生手段とを備えた能動型消音装置において、

前記制御手段は、前記騒音検知手段で検知された残留騒音の評価関数が最小となるようにデジタルフィルタを用いて前記基準信号の振幅と位相の制御を行う最急降下法の制御アルゴリズムを有し、且つ前記デジタルフィルタ係数の算出、更新に用いるデジタルデータとして、前記騒音低減用付加音発生手段・騒音検知手段間の音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号の要素となるべき振幅及び位相に関するデータを、基準信号周波数と関係させて記憶手段に当初より予め用意しておき、この記憶手段から実際の基準信号の周波数に対応するデジタルデータを該制御手段に取り込めるよう設定していることを特徴とする能動型消音装置。

【請求項2】 請求項1において、前記制御アルゴリズムは、前記デジタルフィルタ係数を、前記騒音検知手段の出力値と前記騒音低減用付加音発生手段・騒音検知手段間の音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号との関数から算出、更新していることを特徴とする能動型消音装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2において、前記制御手段は、前記音響伝達関数が変動した場合、これに対応して、①前記記憶手段に用意した前記デジタルデータの値を変更するか、②前記記憶手段から取り出した前記デジタルデータに修正を加える係数を設定する、①、②のいずれか一方または両方を実行する機能を備えていることを特徴とする能動型消音装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車の車室内のこもり音や空調用ダクト騒音などを、その逆位相の制御音（騒音低減用付加音）によって打ち消して消音する能動型消音装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より種々の能動型消音装置が提案されている。大別すると2通りのものがある。

【0003】 (1) 一つは、車室内等のこもり音（騒音）の状況を予め調べてこれを打ち消す制御音に関するデータ〔位相、音圧（振幅）〕を調査実験により求め、この制御音に関するデータを記憶しておいて、騒音発生源となるエンジンの運転状態に応じて前記データに基づく制御音をスピーカより発生する方式である（例えば、特開平2-41955号、特開平2-306842号、特開平3-5255号公報等）。

2

【0004】 (2) もう一つは、マイクロホンを用いて実際の車室内のこもり音等を検知して、このこもり音のレベルが最小となるような制御音の位相差及び音圧（振幅）を算出し、この制御音をスピーカより出力させる方法である。この方式は、例えば特開昭63-81398号公報、特開平2-156799号公報に開示されるように、こもり音のレベルが最小となるような制御音のデータをいわゆる学習制御するものや、論文「A Multiple Error LMS Algorithm and Its Application to the ActiveControl of Sound and Vibration」(IEEE TRANS. ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING, VOL. ASSP-35, NO.10, October 1987)」や特表平1-501344号公報（英国特許8624053号）に開示されるように、1個または複数個の騒音検知手段（マイクロホンなど）で騒音を検知し、制御音発生手段（スピーカなど）から、前記の騒音検知手段で検知された騒音レベルを減少すべく、消音対象の音波と同一の周波数特性を有する基準信号の振幅と位相をデジタルフィルタ（出力用適応デジタルフィルタ）で制御し、前記制御音発生手段からそれを音波として発生し、干渉させて騒音を減少させるものがある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 これらの従来技術の中で、(1)の方式は、実際の車室内の消音制御状況を検知せずに、予め定めた調査実験データを基に作成した制御音だけで消音制御を行うために、車室内等の音響空間の種々の状況（例えば、温度、乗員数、窓の開閉、シートの位置、シートの材質、スピーカ及びマイクロホン自身の製造上のばらつき）に十分に対応した消音制御を図るのが技術的に難しい。

【0006】 この点(2)の方式は、上記の問題に対処できるものとして評価される。このうち、特に、消音制御音の振幅と位相をデジタルフィルタで制御する方式は、基準信号の振幅と位相を実時間で制御できれば、この種の消音制御装置の中で最も精度及び応答性のよい消音効果が得られる。そのため、従来は、この適応デジタルフィルタを用いた方式の制御方法として最急降下法の応用であるフィルタードX・LMSアルゴリズムを用いている。

【0007】 このアルゴリズムは、制御音（騒音低減用付加音）発生手段（スピーカ）・騒音検知手段（マイクロホン）の間の音響伝達関数（自動車の場合は車室内音響伝達関数に相当）と基準信号との畳み込み積分（デジタルフィルタ処理に相当）を行う必要がある。

【0008】 しかし、より広い空間を精度よく制御しようとした場合、消音空間が広い場合には音響伝達関数の長さが長くなり、また、騒音検知手段と制御音発生手段の数が多い場合は、音響伝達関数の数が多くなってしまうため、畳み込み積分の処理時間の増大を招き、実時間制御が間に合わない問題がある。

50

3

【0009】従来の考え方では、高価なデジタル信号処理プロセッサを高速クロックで動作させて実現しようとしていたため、製品のコストアップは免れないという問題点も併せて内包していた。

【0010】さらに、例えばマイクロホン、スピーカなどの電子部品の特性が自然劣化して、音響伝達関数の特性がオリジナルの状態に比べて変動してしまった場合、新たに音響伝達関数を同定し直すなど、調整方法が手間のかかるものであった。

【0011】本発明は以上の点に鑑みてなされ、その目的は、第1には、消音制御システムの演算系の簡略化ひいては装置の簡易化を図りつつ、実時間処理を可能にして精度の良い能動型消音装置を提供することにあり、第2には、音響伝達関数が変動した場合でも、その調整を容易にすることにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、基本的には次のような課題解決手段を提案する。

【0013】一つは、所定音響空間で騒音源から発生する騒音と相関のある基準信号を作成する基準信号作成手段と、前記騒音を検知する騒音検知手段と、前記基準信号の振幅と位相を制御して前記騒音と音響的に干渉させるべく騒音低減用付加音の制御信号を形成する制御手段と、前記騒音低減用付加音を発生する騒音低減用付加音発生手段とを備えた能動型消音装置において、前記制御手段は、前記騒音検知手段で検知された残留騒音の評価関数が最小となるようにデジタルフィルタを用いて前記基準信号の振幅と位相の制御を行う最急降下法の制御アルゴリズムを有し、且つ前記デジタルフィルタ係数の算出、更新に用いるデジタルデータとして、前記騒音低減用付加音発生手段、騒音検知手段間の音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号の要素となるべき振幅及び位相に関するデータを、基準信号周波数と関係させて記憶手段に当初より予め用意しておき、この記憶手段から実際の基準信号の周波数に対応するデジタルデータを該制御手段に取り込めるよう設定した（これを第1の課題解決手段とする）。\*

$$W_{m i}(n+1) = W_{m i}(n) + \alpha * \sum_{i=1}^L p_i * e_i(n) * R_{l m}(n-i)$$

【0021】ここに、

 $\alpha$  ; 最急降下法の収束係数

n ; 離散化時刻（サンプリング時刻）

W<sub>m i</sub>(n) ; m番目の出力用適応デジタルフィルタに関し、i番目のタップ係数の時刻nにおける値R<sub>l m</sub>(n-i) ; 音響伝達関数でフィルタリングされた、基※

$$R_{l m}(n) = \sum_{j=0}^{J-1} C_{l m j} * X(n-j)$$

【0024】ここに、

4

\* 【0014】もう一つは、上記の第1の課題解決手段を前提として、前記制御手段は、前記音響伝達関数が変動した場合、これに対応して、①前記記憶手段に用意した前記デジタルデータの値を変更するか、②前記記憶手段から取り出した前記デジタルデータに修正を加える係数を設定する、①、②のいずれか一方または両方を実行する機能を備えたものを提案する（これを第2の課題解決手段とする）。

【0015】

【作用】第1の課題解決手段の作用…本課題解決手段は、騒音と相関のある基準信号を作成し、騒音検知手段で検知された残留騒音の評価関数が最小となるように制御手段がデジタルフィルタの係数W<sub>m i</sub>を用いて前記基準信号の振幅と位相の制御を行い、この振幅と位相の制御された制御信号を基に騒音低減用付加音（以下、制御音とする）を音響空間の騒音と干渉させ、騒音低減を図る。

【0016】ここで、この消音制御を実行する最急降下法の制御アルゴリズムの一例について説明する。

【0017】このような消音制御を行う場合の評価関数Jは、数1式で表される。

【0018】

【数1】

$$J = \sum_{i=1}^L p_i * e_i^2$$

【0019】ここに、

e<sub>i</sub> ; 1 (エル) 番目の騒音検知手段で検知された残留騒音p<sub>i</sub> ; 各値の重み係数

である。この評価関数を最小にするよう、最急降下法を用いて基準信号の振幅と位相制御に用いられる出力用適応デジタルフィルタの係数W<sub>m i</sub> (i ; フィルタの次数) を数2式により適応的に算出、更新する。

【0020】

【数2】

※準信号X(n-i)の時刻nにおける値である。

【0022】このうち、音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号R<sub>l m</sub>(n)は、数3式の畳み込み積分で表される。

【0023】

【数3】

5

$X(n)$  ; 時刻nにおける基準信号

$C_{lm}$  ; l(エル)番目の騒音検知手段とm番目の制御音発生手段との間の音響伝達関数をFIR型デジタルフィルタで表現した場合のフィルタ係数

$J$  ; フィルタ係数のタップ長さ  
である。

【0025】この式ではJ回の積和計算を行っているが、その結果は数4式で表すことができる。

【0026】

【数4】  $R_{lm}(n) = A_{lm} * X(n - k_{lm})$

と表すことができる。

【0027】ここに、

$A_{lm}$  ; 基準信号の振幅変化量 (基準信号の周波数ごとに異なる)

$k_{lm}$  ; 基準信号の位相シフト量 (基準信号の周波数ごとに異なる)

である (これらはl(エル)番目の騒音検知手段とm番目の騒音低減用付加音発生手段との組み合わせの数だけ存在する)。

【0028】したがって、数4式に関する情報 (音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号の要素となる振幅及び位相に関するデータ)  $A_{lm}$ 及び $k_{lm}$ を、当初より、換言すれば実機搭載前に事前に算出して記憶手段にデジタルデータとして基準周波数ごとにテーブル化して用意すれば、消音システムの動作時には、数3式の疊み込み積分を省略して、実際の基準信号周波数と対応した $A_{lm}(f)$ と $k_{lm}(f)$ を記憶手段から読み出して数4式における一回の乗算と基準信号の位相シフトの計算だけで済み、大幅な処理時間の削減が行い得るとともに実時間処理が可能となる。

【0029】すなわち、本課題解決手段は、疊み込み積分の結果は数4式の「音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号の振幅と位相の変化をもたらす」という点に着目し、この疊み込み積分の結果をデジタルデータとして基準信号周波数との関係で予め用意しておき、例えば、上記のような消音システムの制御アルゴリズムを実行する場合には、このデータ $A_{lm}, k_{lm}$ に基づき音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号 $R_{lm}(n)$ を算出し、これから、数2式の出力用デジタルフィルタの係数 $W_{mi}$ を算出、更新することができる。

【0030】第2の課題解決手段の作用…音響伝達関数のオリジナルが変動した場合、その調整として、記憶部に用意した前記デジタルデータ (音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号の振幅及び位相変化量に関するデータ) の値を変更するか、または、デジタルデータに修正を加える係数を用いる。この調整はこれらのパラメータ $A_{lm}$ および $k_{lm}$ だけで済むため、非常に簡単に行い得る。

【0031】

【実施例】本発明の一実施例を図面を用いて説明する。

6

【0032】図1に本実施例における能動型消音装置の構成を示す。この実施例は、自動車、特に乗用車に適用した一例であり、音響空間であるところの車室内にはエンジンの回転に伴う振動騒音が伝搬され、いわゆる「こもり音」と呼ばれる騒音となる。この能動型騒音制御システムは、この「こもり音」騒音を低減するものである。

【0033】図1に示すように、騒音検知手段201は複数個 (本実施例では7個) あり、それらはマイクロホンが用いられる。これらマイクロホン201の出力はアンチエリアシングフィルタ (ローパスフィルタ) 202を通じて高周波成分が濾波され、こもり音の要素となる低周波成分の信号がA/Dコンバータ203に送られ、デジタル値に変換されて残留騒音データとなる。

【0034】騒音制御を行うためには騒音源からの騒音に相関した騒音相関信号、いわゆる基準信号が必要である。例えば自動車の車室内のこもり音の制御を行う場合には、エンジン回転信号または点火信号を基準信号とすれば良い。端子209は基準信号の取り込み端子であり、前述の自動車の車室内のこもり音の制御を行う場合にはエンジン回転信号または点火信号が入力される。端子209から取り込まれた基準信号は、整形回路210にてマイクロプロセッサ204で処理しやすいうように整形される。

【0035】マイクロプロセッサ204は、消音制御システムの最急降下法の制御アルゴリズムを実行するための制御手段を構成するもので、その内部の機能制御ブロックとしては、出力用の適応デジタルフィルタ (以下、適応フィルタと略称する) 211が含まれており、残留騒音に関するデータと基準信号を入力し、これらの入力信号を基に、例えば後述のマルチポイント・フィルタードX-LMSアルゴリズムを用いて消音制御を行う。

【0036】本実施例におけるマイクロプロセッサ204は、マイクロホン201で検知された残留騒音の評価関数Jが最小となるように適応フィルタ211を用いて基準信号の振幅と位相のデジタル制御を行い、この制御されたデジタル信号がD/Aコンバータ205に送られ、アナログ量に変換される。これらのアナログ信号は、出力用スマージングフィルタ206を通り滑らかな正弦波形となったあと、アンプ207によって増幅され複数個 (本実施例ではM個) の付加音出力手段であるスピーカ208から騒音低減用付加音 (制御音) として出力され、車室内でエンジン騒音と音響的に干渉することによって消音制御すなわち騒音低減を行う。

【0037】上記の適応フィルタ211により制御された騒音低減用の位相変化量 (位相シフト量) は、車室内的音響伝達関数を加味して受聴点においてこもり音の位相と逆相となるように、予めその受聴点に到達するまでの位相のずれを見込んで設定してある。

7

【0038】212はマイクロプロセッサ204に付加された記憶部で、適応フィルタ211のデジタルフィルタ係数の算出、更新に用いるデジタルデータが予め用意してある。このデジタルデータの詳細は、以下に述べる、本実施例の消音制御に用いるマルチポイント・フィルタードX-LMSアルゴリズムについて説明した後に述べる。

【0039】図3は上記のマルチポイント・フィルタードX-LMSアルゴリズムを実行するための原理説明図である。図3では、m番目のスピーカに関する構成のみを抜き出して示しており、実際はこの構成が複数個（本実施例ではM個）備えられている。

\*

$$J = \sum_{l=1}^L p_l * e_l^2$$

【0043】ここに、

$e_l$  ; l（エル）番目のマイクで検知された残留騒音  
 $p_l$  ; 各値の重み係数  
 である。この評価関数を最小にするよう、最急降下法の一一種であるLMSアルゴリズムを用いて基準信号X(n)の振幅と位相制御に用いられる出力用適応ディジ

タルフィルタ302（図1のデジタルフィルタ211に相当し、以下、Wフィルタとする）の係数W<sub>mi</sub>（i；フィルタの次数）を適応的に算出し更新してゆく。Wフィルタの更新方法は、数5式の評価関数Jを最小にする条件から、数6式のようになる。

【0044】

【数6】

$$W_{mi}(n+1) = W_{mi}(n) - \alpha * \delta J / \delta W_{mi}(n)$$

$$= W_{mi}(n) + \alpha * \sum_{l=1}^L p_l * e_l(n) * R_{im}(n-i)$$

【0045】ここに、

$\alpha$  ; 最急降下法の収束係数  
 $n$  ; 離散化時刻（サンプリング時刻）  
 $W_{mi}(n)$  ; m番目のスピーカのWフィルタに関し、時刻nにおけるi番目のタップ係数の値  
 $R_{im}(n-i)$  ; 車室内音響伝達関数の推定値（後述）でフィルタリングされた、基準信号X(n)の時刻n-iにおよび

★ける値

30 である。

【0046】このうち、車室内音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号であるR<sub>im</sub>(n)は、数7式のように表される。

【0047】

【数7】

$$R_{im}(n) = \sum_{j=0}^{J-1} \hat{C}_{lmj} * X(n-j)$$

ここに、

 $n$  ; 離散化時刻（サンプリング時刻） $X(n)$  ; 時刻nにおける基準信号

$\hat{C}_{lmj}$  ; i番目のマイク304とm番目のスピーカ303との間の（デジタル信号処理部以外の全ての回路要素を含んだ）車室内音響伝達関数をFIR型デジタルフィルタで表現した場合のj番目のフィルタ係数

 $J$  ; 車室内音響伝達関数フィルタ係数のタップ長

【0048】これら一連のWフィルタの更新処理は、L-50-MSアルゴリズム実行部305において行われる。

8

\* 【0040】図3において、基準信号発生器（基準信号発生手段）301では、エンジン回転信号から作成した基準信号X(n)を作成する。本実施例では、矩形波のエンジン回転信号、例えばタコパルス信号から、單一周波数の正弦波信号を作成している。その方法は、正弦波テーブル参照、またはデジタルトラッキングフィルタを用いるとよい。

【0041】消音制御を行う系に關し、所定の評価関数Jを考える。

【0042】

【数5】

\*

【0044】

【数6】

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

-

9

【0049】一方、m番目のスピーカ303の出力 $y_m(n)$ は、数8式のように表される。

【0050】

【数8】

$$y_m(n) = \sum_{i=0}^{L-1} W_{mi}(n) * X(n-i)$$

【0051】ここに、

$n$  : 離散化時刻（サンプリング時刻） \*

ての回路要素を含んだ車室内音響伝達関数 $\hat{C}_{lm}$ の周波数領域での振幅特性および位相

【0054】特性の一例を、それぞれ図4(a)、図5

(a)に示す。基準信号が單一周波数の場合、基準信号に対する $R_{lm}(n)$ の振幅変化量および位相変化量は、基※

※準信号

【0055】

【外2】

の周波数 $f$ によって変化し、それぞれ $|\hat{C}_{lm}(f)|$ 、 $\arg(\hat{C}_{lm}(f))$ で表される。

【0056】ここで、

$A_{lm}(f)$  ; 基準信号の振幅変化量（基準信号の周波数ごとに異なる）

$k_{lm}(f)$  ; 基準信号の位相シフト量（基準信号の周波数ごとに異なる）

★20

$$R_{lm}(n) = A_{lm}(f) * X(n - k_{lm}(f))$$

ここで、 $A_{lm}(f) = |\hat{C}_{lm}(f)|$  であり、

サンプリング周波数を $f_s$ とすると、

$$k_{lm}(f) = \frac{\arg(\hat{C}_{lm}(f))}{2\pi} \cdot \frac{f_s}{f}$$

【0058】となる。

【0059】本実施例では音響伝達関数でフィルタリングされた基準信号 $R_{lm}(f)$ が、結果的に数9式として表されることから、その要素となる $A_{lm}(f)$ 及び $k_{lm}(f)$ を、事前に算出しておいて図2で示す記憶部212でデジタルデータ〔図4(b)の振幅特性及び図5(b)の位相特性をデジタル化したもの〕として基準周波数ごとにテーブル化して用意しておく（このテーブルは1番目のマイクとm番目のスピーカとの組み合わせの数だけ存在する）。このようにすれば、消音システムの動作時には、数7式の積分を省略できる。

【0060】エンジン回転信号に対する基準信号 $X(n)$ と音響伝達関数によりフィルタリングされた基準信号 $R_{☆}$

$$W_{mi}(n+1) = W_{mi}(n) + \alpha * \sum_{l=1}^L p_l * e_l(n) * A_{lm}(f) * X(n - k_{lm}(f) - i)$$

【0064】となり、消音制御を行う場合は今までの積分が一回の乗算と基準信号の位相シフト（読み出しアドレス）の計算だけで済み、大幅な計算量低減が実現できる。

【0065】図6に本発明の処理フロー図を示す。マイクロプロセッサ204は、処理601ではL個のマイクからの残留騒音信号を入力し、 $e_l(n)$ に格納する。処理602では基準信号の周波数 $f$ を計算するとともに、基

\*  $X(n)$  ; 時刻 $n$ における基準信号

$W_{mi}(n)$  ; m番目のスピーカのWフィルタに関する、時刻 $n$ における1番目のタップ係数の値である。

【0052】1番目のマイクとm番目のスピーカとの間の、デジタル信号処理部以外の全

【0053】

【外1】

★と定義した場合（これらは基準信号の一周期ごとに更新する量である）、数7式の積分の結果は、数9式のように表される。

【0055】

【外2】

★と定義した場合（これらは基準信号の一周期ごとに更新する量である）、数7式の積分の結果は、数9式のように表される。

【0057】

【数9】

★20

【0059】と関係は、これら $A_{lm}(f)$ 及び $k_{lm}(f)$ の値を用いることによる（本図では、基準信号 $X(n)$ の振幅は1に規格化している）。なお、図2の正弦波形（デジタル信号をアナログ化したもの）上に示した点は正弦波形を形成するためのデジタル値である。

【0061】基準信号の位相シフトの方法は、基準信号が格納されているディレイラインの読み出しアドレスに対して $k_{lm}(f)$ で定まるオフセット値を与える。

【0062】以上より、数6式は数9式の結果を用いて、

【0063】

【数10】

【0064】となり、消音制御を行う場合は今までの積分が一回の乗算と基準信号の位相シフト（読み出しアドレス）の計算だけで済み、大幅な計算量低減が実現できる。

【0065】図6に本発明の処理フロー図を示す。マイクロプロセッサ204は、処理601ではL個のマイクからの残留騒音信号を入力し、 $e_l(n)$ に格納する。処理602では基準信号の周波数 $f$ を計算するとともに、基準信号の正弦波を作成し、ディレイラインに格納する。この周波数の値を用いて、処理603で記憶部212における振幅特性と位相特性(f)のテーブルからそれぞれ基準信号周波数に対応した $A_{lm}(f)$ 、 $k_{lm}(f)$ のデジタルデータを読み出す。処理604では、数10式に基づいて適応フィルタ211のWフィルタ係数 $W_{mi}$ の算出、更新を実行する。処理605では、更新されたWフィルタを用いて、数8式に則ってm番目のスピーカ出力

$y_m(n)$ を計算する。

【0066】以上が本実施例の消音制御のアルゴリズムであるが、さらに、音響伝達関数が経時に変化した場合には、音響伝達関数を直接同定し直すことなく、記憶部212に記憶された振幅と位相に関するディジタルデータ $A_{lm}(f)$ および $k_{lm}(f)$ のオリジナル値を変更して調整してもよいし、新たに $A_{lm}(f)$ に乘する係数および $k_{lm}(f)$ に加える係数をそれぞれ設定し、その係数を調整して対処することが可能である。この調整は、パラメータ $A_{lm}$ および $k_{lm}$ だけで済むため、非常に簡単に行えるという副次的な利点もある。

【0067】本実施例は單一周波数のこもり音について検討しているが、複数次の周波数の場合には、基準信号を高調波成分に分解して、各々の高調波成分の周波数毎で全く同様な検討を行えばよい。

#### 【0068】

【発明の効果】本発明によれば、第1の課題解決手段では、最急降下法の制御アルゴリズムを用いた消音制御システムにおいて、基準信号の位相及び振幅制御に使用するディジタルフィルタ係数の算出、更新に従来必要としていた疊み込み積分（音響伝達関数と基準信号との時間領域での疊み込み積分）を省略でき、その結果、この種消音制御システムの演算系の簡略化ひいては大幅な処理時間の低減が可能にして、消音制御の実時間処理を可能にし精度の良い能動型消音装置を提供することができる。また、処理時間が低減されるため、高価なディジタル信号処理プロセッサを高速クロックで動作させる必要

もなくなり、安価なマイコンで実現できる。

【0069】さらに第2の課題解決手段によれば、音響伝達関数が変動した場合でも、その調整はこれらのパラメータ $A_{lm}$ および $k_{lm}$ だけで済むため、非常に簡単に得るという効果もある。

#### 【図面の簡単な説明】

【数1】本発明の一実施例におけるシステム構成図

【数2】上記実施例の消音制御動作を示す説明図で、基準信号とそのフィルタリング後の信号の状態を示す

【図3】上記実施例に適用されるLMSアルゴリズムの原理を示す説明図。

【図4】上記実施例における車室内音響伝達関数の周波数領域における振幅特性を示す図

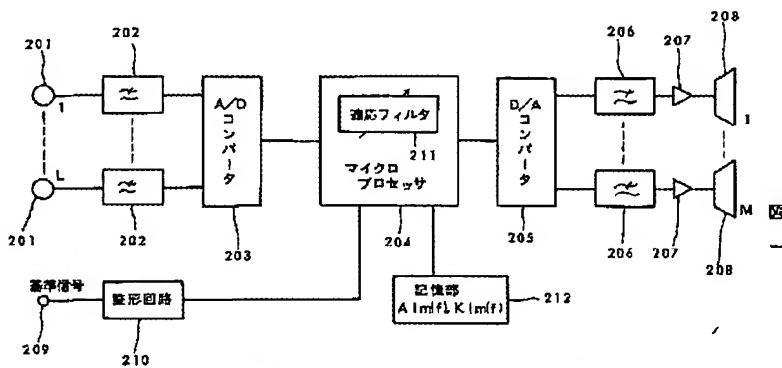
【図5】上記実施例における車室内音響伝達関数の周波数領域における位相特性を示す図

【図6】上記実施例における制御フロー示す図

#### 【符号の説明】

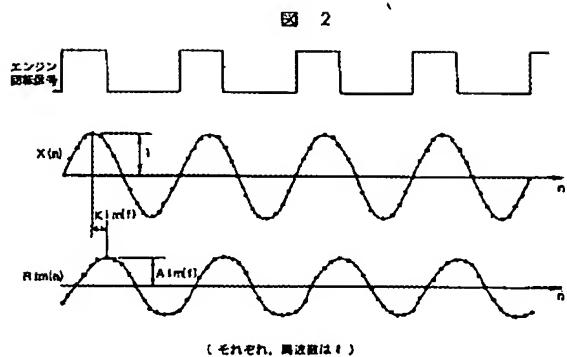
201…マイクロホン（騒音検知手段）、202…ローパスフィルタ、203…A/Dコンバータ、204…マイクロプロセッサ（制御手段）、205…D/Aコンバータ、206…ローパスフィルタ、207…アンプ、208…スピーカ（騒音低減用付加音出力手段）、211…ディジタルフィルタ（出力用適応フィルタ）、212…記憶手段、301…基準信号発生手段、302…適応フィルタ（第1のフィルタ）、303…スピーカ、304…マイク、305…LMSアルゴリズム実行部、306…音響伝達関数を表す第2のフィルタ。

【図1】

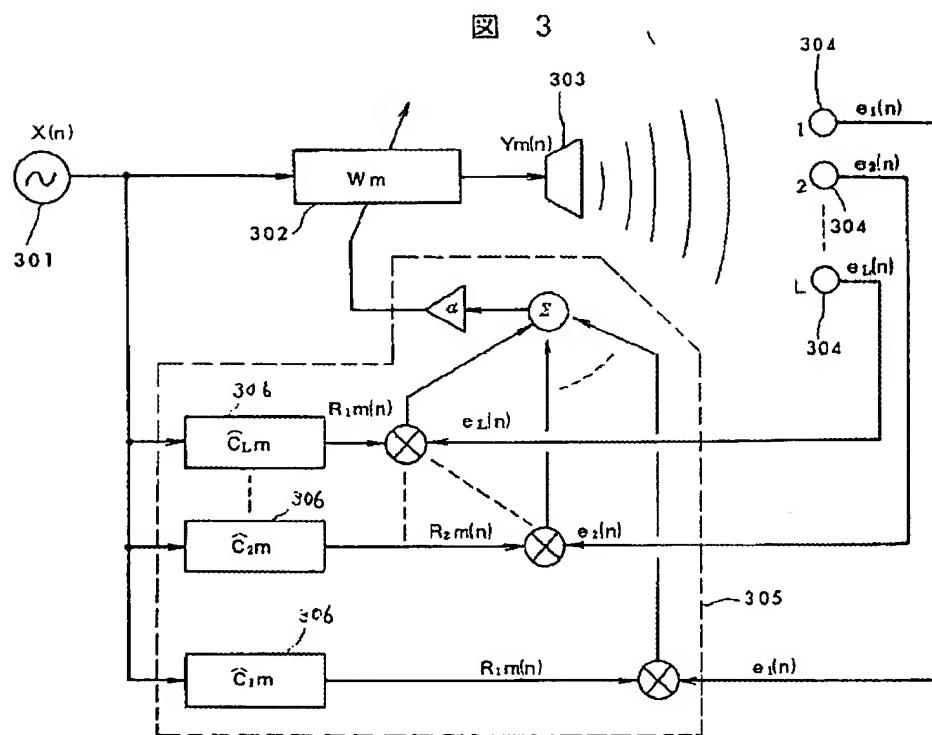


201…マイクロホン（騒音検知手段） 204…マイクロプロセッサ（制御手段） 208…スピーカ  
 （騒音低減用付加音出力手段） 211…ディジタルフィルタ（出力用適応フィルタ） 212…記憶手段

【図2】



【図3】



【図4】

図 4

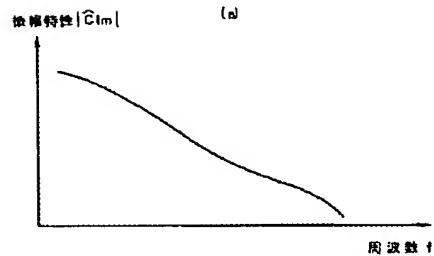
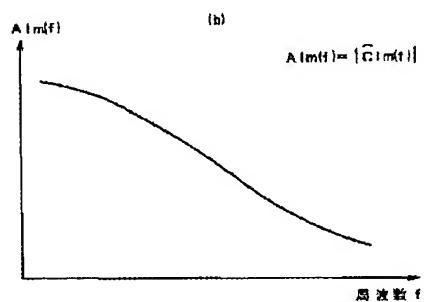
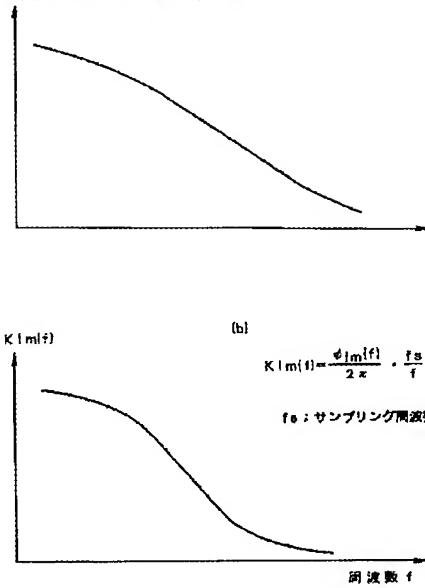


図 4



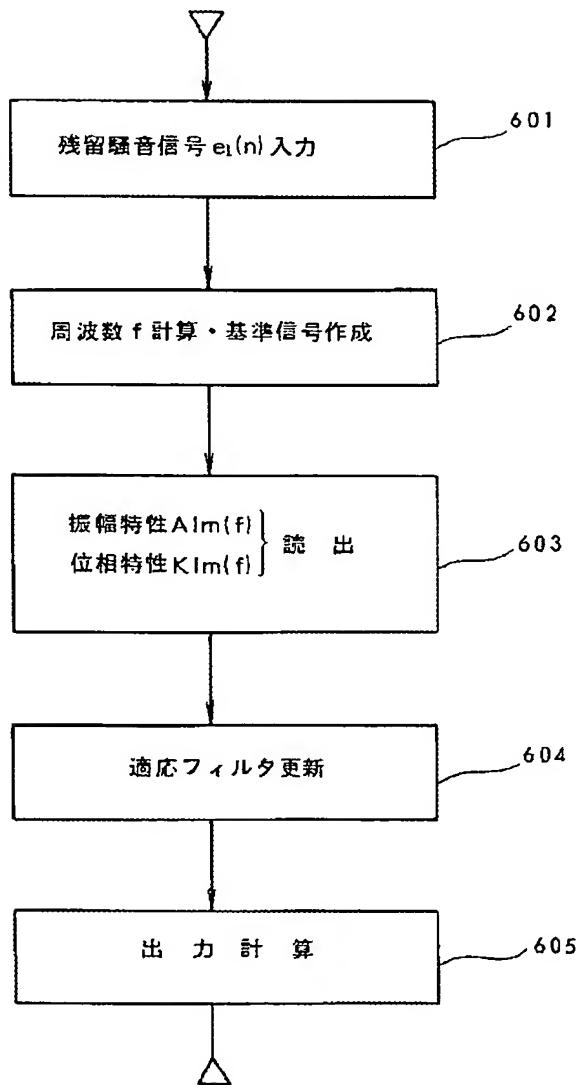
【図5】

図 5

位相特性  $\phi(mf) = \arg |C_{im}|$  (s)

【図6】

図 6



## 【手続補正書】

【提出日】平成5年3月17日

## 【手続補正1】

【補正対象審査類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例におけるシステム構成図

【図2】上記実施例の消音制御動作を示す説明図で、基

準信号とそのフィルタリング後の信号の状態を示す図

【図3】上記実施例に適用されるLMSアルゴリズムの原理を示す説明図。

【図4】上記実施例における車室内音響伝達関数の周波数領域における振幅特性を示す図

【図5】上記実施例における車室内音響伝達関数の周波数領域における位相特性を示す図

【図6】上記実施例における制御フローを示す図

【符号の説明】

201…マイクロホン（騒音検知手段）、202…ローパスフィルタ、203…A/Dコンバータ、204…マイクロプロセッサ（制御手段）、205…D/Aコンバータ、206…ローパスフィルタ、207…アンプ、208…スピーカ（騒音低減用付加音出力手段）、211

…デジタルフィルタ（出力用適応フィルタ）、212…記憶手段、301…基準信号発生手段、302…適応フィルタ（第1のフィルタ）、303…スピーカ、304…マイク、305…LMSアルゴリズム実行部、306…音響伝達関数を表す第2のフィルタ。

